* Optique *

CHEKROUNI ABIR :)

Introduction :

- Origine de la lumière :
  - naturelle
  - artificielle
- La lumière peut être :
  - ponctuelle
  - étalée
- et même :
  - Directe
  - Indirecte
- Toute source lumineuse est :
  un ensemble de rayons lumineux ou de sources lumineuses ponctuelles
- La propagation de la lumière se fait en ligne droite, elle possède une origine et un devenir
- C'est la trajectoire de l'énergie lumineuse.

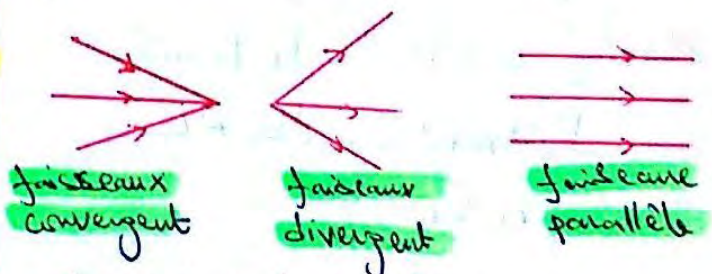
- Lorsque la lumière traverse un S.O elle change de direction

Milieux de propagation :

- Transparents : la lumière les traverse.
- Translucides : une partie de la lumière ne passe pas
- Opaques : la lumière ne passe pas

Rayon lumineux :

- Un ensemble de rayons lumineux définit un pinceau lumineux
- Un ensemble de pinceau définit un faisceaux lumineuse



Célérité de la lumière :

dépend du milieu qu'elle traverse.

Vide : $c = 3.10^8$ (m/s)

Transparent : v

Indice de réfraction :

$$n = \frac{c}{v}$$

Système optique :

ensemble des milieux transparents séparés par des surfaces polies

- la lumière subit des réflexions et des réfractions (selon Snell-Descartes)

  - S.O stigmate : l'image est nette
  - S.O astigmate : l'image est pas nette.

L'optique géométrique :

rayons lumineux dans les milieux transparents et homogènes :

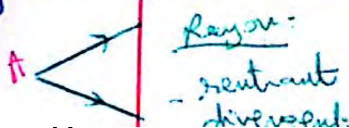
- propagation rectiligne de la lumière
- Retour inverse de la lumière
- Pas d'interférence des R.L (indépendance).

L'Objet :

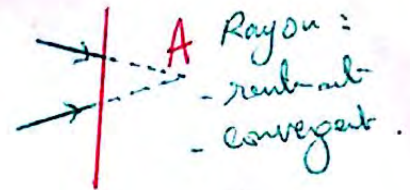
Il se comporte comme source lumineuse

Rayon rentrant dans le S.O :

- Divergent ⇒ objet réel

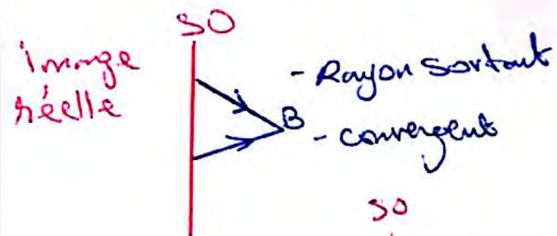


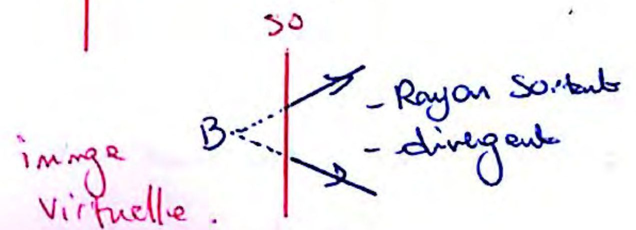
- Convergent ⇒ Objet virtuel



L'image :

- Rayon émergent d'un SO
- Rayons sortants
- Divergent ⇒ image virtuelle
- Convergent ⇒ image réelle.





- Zone d'ombre :

qui n'est pas touchée par les rayons lumineux

! Quand la lumière rencontre un milieu homogène et transparent

On trouve 2 phénomènes :

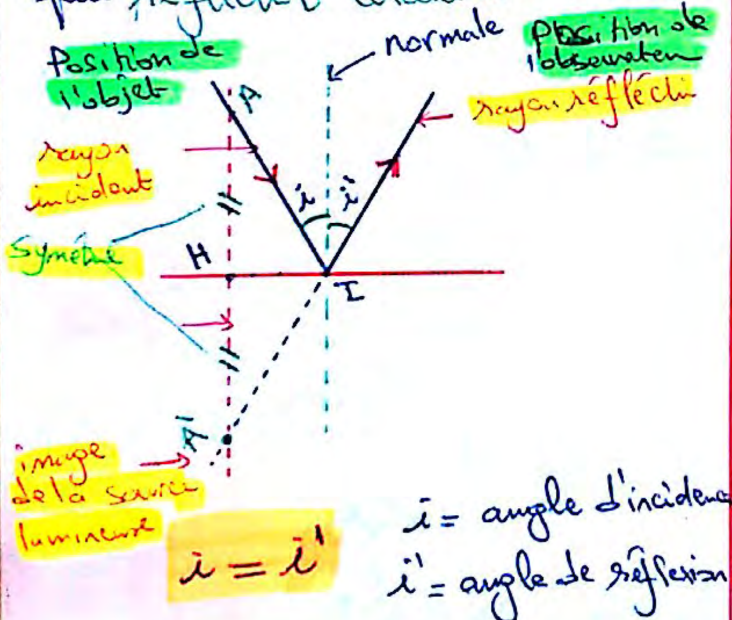
- Réflexion
- Réfraction

Réflexion

- Sur une surface irrégulière
  => Réflexion diffuse.

- Sur une surface très lisse (miroir)
  => Réflexion spéculaire.
  Elle produit une image discernable de l'objet.

Def :
le miroir est un système optique qui réfléchit totalement la lumière



$i = i'$

i = angle d'incidence
i' = angle de réflexion

le plan d'incidence et le plan de réflexion sont confondus

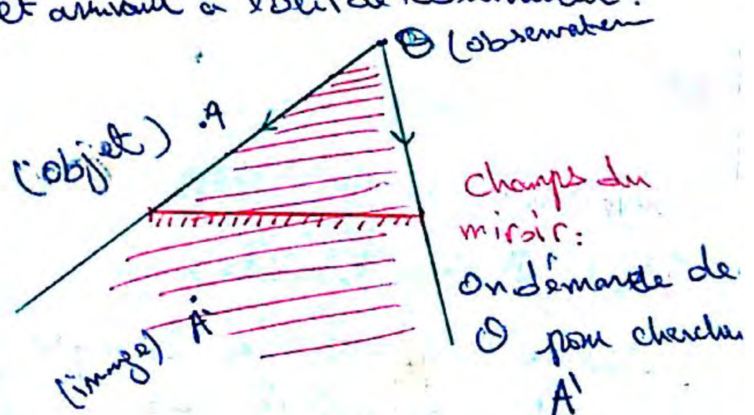
- Pour que l'image existe il faut qu'il y est au moins un lumineux issu de l'objet et réflechit par le miroir

- Pour que l'image soit vu par l'observateur il faut que le rayon lumineux réfléchit arrive à l'oeil de l'observateur.

$HA = HA'$

- L'image donnée par réflexion est de nature différente de celle de l'objet
- L'image est toujours orientée dans le sens inverse de l'orientation de l'objet.
- La taille de l'image ne change pas

* Champ du miroir :
La zone d'espace délimitée par les directions des rayons lumineux limites passant par les extrémités du miroir et arrivant à l'oeil de l'observateur.



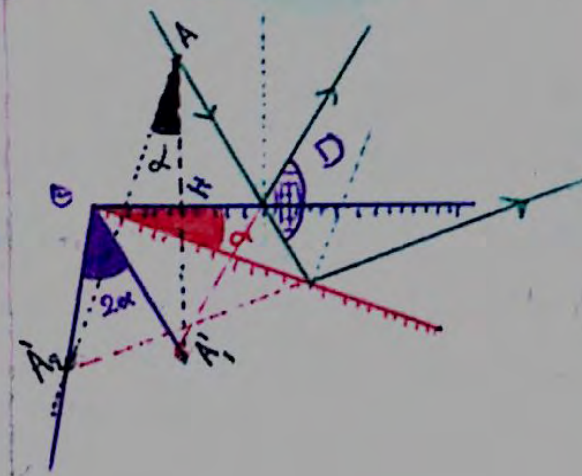
* Champ de vision :
ensemble des objets, donnant des images vues par l'observateur à travers le miroir => Profondeur du champ

Champ de l'observateur

On démarre de O' pour chercher A

Rotation des miroirs :

Si on tourne un miroir d'un angle α l'image obtenue tourne de 2α



Déviation :

C'est l'intersection du rayon lumineux incident avec le rayon émergeant par rapport au S.O

$$D = \pi - 2i$$

Si on a l'association de 2 miroirs qui font un angle α entre, la déviation totale :

$$D = 2\pi - 2\alpha$$

Réfraction

Le rayon incident dans un milieu transparent à n_1 change de direction lorsqu'il traverse un autre milieu à n_2 à travers la S.D

Dioptre :

c'est la surface qui sépare 2 milieux différents.

Lois de réfraction :

1ère loi :

Le plan d'incidence et le plan de réfraction sont confondus

2ème loi : Snell-Descartes

$$n_{inc} \sin(i) = n_{ref} \sin(r)$$

$* \quad \frac{n_{inc}}{n_{ref}} < 1 \ (A) \quad \sin(i) \leq 1 \ (B) \quad \Big\} \ A \times B < 1$

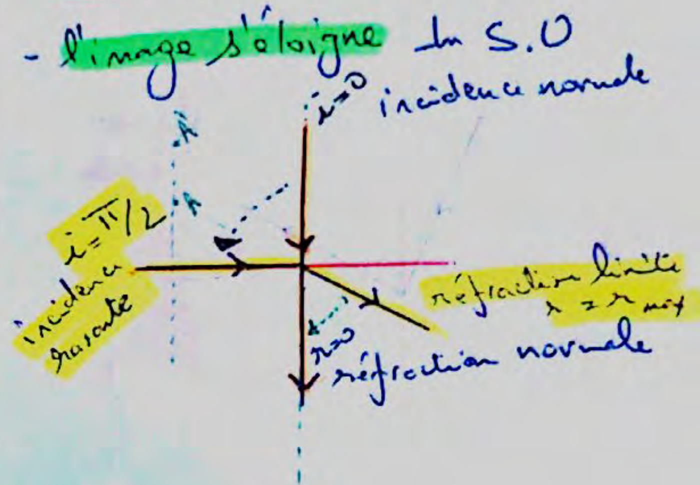
l'objet est dans le milieu le moins réfringent.

* La réfraction est toujours possible

$0 < i < 90° \Leftrightarrow 0 \leq r \leq r_{max}$ (incidence rasante) (angle limite)

caractéristiques :

- $i > r$ toujours
- le rayon réfracté se rapproche de la normale.
- l'image s'éloigne de S.D



$* \quad \frac{n_{inc}}{n_{ref}} > 1 \quad \sin(i) \leq 1 \quad \Big\} \ A \times B < 1 \quad A \times B > 1$

l'objet est dans le milieu le plus réfringent.

la réfraction est conditionnée par $\sin(r) \leq 1$ c-à-d l'angle i

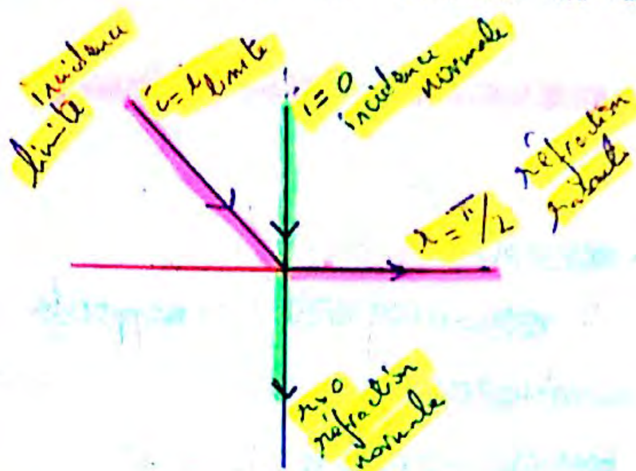
- Si $0 < i \leq i_{max} \Leftrightarrow 0 < r \leq 90°$ (incidente limite) (réfraction rasante)

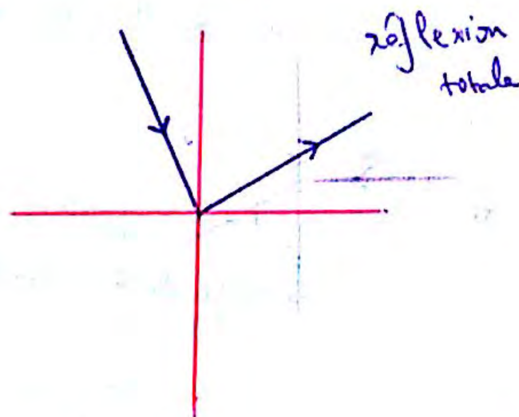
la réfraction est possible car $\sin(r) \leq 1$

- Si $i_{max} < i \leq 90°$

la réfraction est impossible

Réflexion totale. $\sin(\theta_l) = \frac{n_2}{n_1}$





Caractéristiques :

- $r > i$
- le rayon réfracté s'éloigne de la normale.
- l'image se rapproche du S.O
- ~~le sens de propagation est indep~~ de p
- le trajet de la lumière lors de la réfraction est indep de ~~son~~ sens de propagation.

Déviation du rayon lumineux :

l'angle entre la direction incidente et la direction émergente du R.L

Si $\frac{n_{inc}}{n_{ref}} < 1$

$D = i - r$

Si $\frac{n_{inc}}{n_{ref}} > 1$

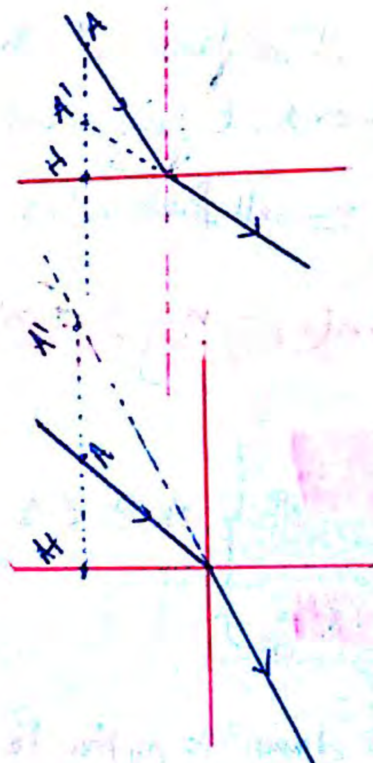
$D = r - i$

relation de conjugaison : $n_2 \overline{HA} = n_1 \overline{HA'}$

Condition de Gauss :

$$\frac{n_{inc}}{HA} = \frac{n_{ref}}{HA'}$$

$$\frac{\text{indice d'incidence}}{\text{position de l'objet / dioptre}} = \frac{\text{indice de réfraction}}{\text{position de l'image / dioptre}}$$



Relation de conjugaison relative à la réfraction.

Application des lois de réfraction :

1_Lame à faces parallèles :

C'est l'assemblage de 2 dioptres parallèles. On définit l'épaisseur e par la distance qui sépare les deux dioptre, et par n_ℓ l'indice de la lame et par n_{ext} l'indice du milieux extérieur.

Sur la face d'incidence

$$n_{ext} \sin(i) = n_{lame} \sin(r)$$

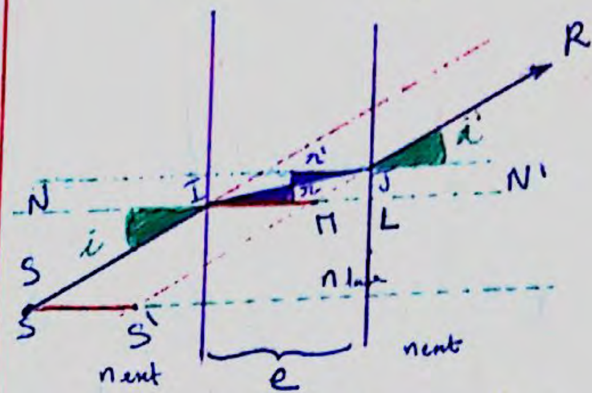
$\Rightarrow r = r'$

Sur la face d'emergence

$$n_{lame} \sin(r') = n_{ext} \sin(i')$$

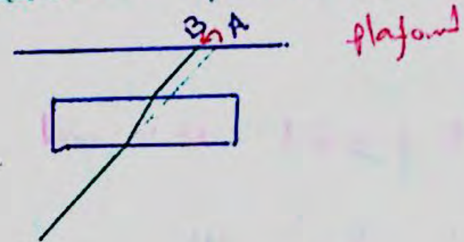
$\Rightarrow i = i'$

! À la traversée d'une lame à face parallèle le rayon lumineux émergent subit 2 réfractions. Sa direction est toujours parallèle au rayon lumineux incident

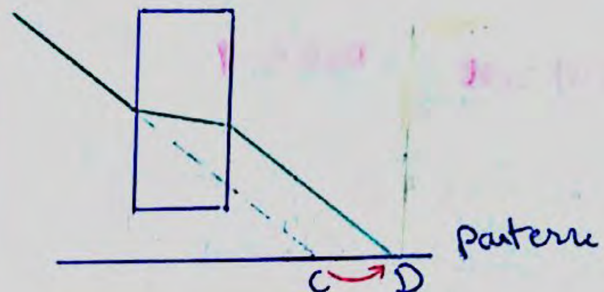


il existe 3 déplacements :

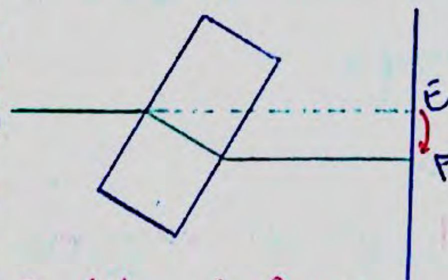
- Déplacements parallèle :



- déplacement perpendiculaire :



- Déplacement latéral :



Conditions de Gauss :

L'image est nette que si les incidences sont faibles :

$$IM = SS'$$

$\overline{IH}$ = est le déplacement perpendiculaire

$$\overline{SS'} = \overline{IH} = e\left(1 - \frac{\sin(r)}{\sin(i)}\right)$$

$$\overline{SS'} = e\left(\frac{n_{ref} - n_{inc}}{n_{ref}}\right)$$

le déplacement ⊥ = SS' ($S_{\perp}$ = SS')

→ l'image est sur le point d'intersection de la normale passant par l'objet avec la direction émergente

✓ $n_{ref} > n_{inc} \rightarrow \overline{SS'} > 0$

⇒ l'image se rapproche du système optique. Sens de propagation de la lumière

✓ $n_{ref} > n_{inc} \rightarrow \overline{SS'} < 0$

⇒ l'image s'éloigne du S.O sens opposé de propagation de la lumière



différent

même

même

r)

Parallèle $CD = e(tgi - tgr)$

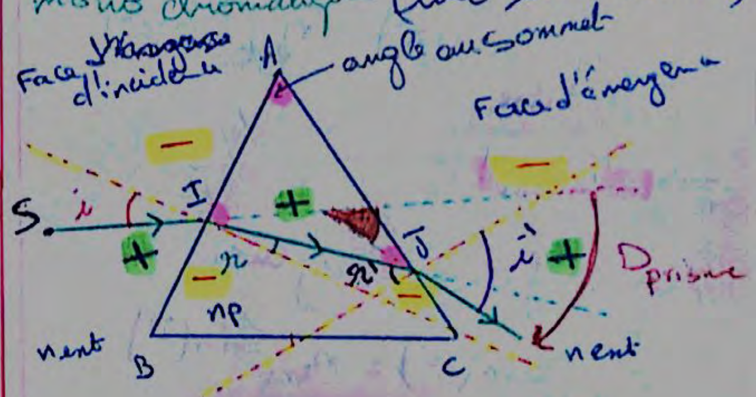
perpendiculaire $CF = e\left(1 - \frac{tgr}{tgi}\right)$

2. Prisme :

C'est un système optique délimité par 2 dioptres non parallèles

- Il permet la dispersion de la lumière.

- La lumière incidente (lumière blanche) est polychromatique - plusieurs couleurs à l'émergence elle devient monochromatique (une seule couleur)



$$A = r + r'$$

Déviation du rayon lumineux : C'est l'angle formé par la direction incidente et la direction émergente du rayon lumineux.

$$D_p = i + i' - A$$

ça nous permet de calculer les inconnus (i', r, r', Dp) connus (i, A, n_{ext}, n_p)

sur la face AB (d'incidence) $n_{ext} \sin(i) = n_p \cdot \sin(r)$

sur la face AC (d'émergence) $n_p \sin(r') = n_{ext} \cdot \sin(i')$

milieu extérieur :

- Quand l'incidence / emergence est au dessus de la normale l'angle est negatif (−)

sinon positif (+)

milieu dioptre :

- Quand l'incidence / émergence est au dessus de la normale d'incidence / d'émergence l'angle est positif (+)

sinon négatif (−).

Conditions d'utilisation du prisme : $n_p > n_{ext}$ tjrs

Condition d'incidence :

le rayon incident pénètre toujours dans le prisme quelque soit i puisque $n_p > n_{ext}$.

- Sur la face AB :

$0 \leq i \leq 90°$

$0 \leq r \leq \theta_l$

- Sur la face AC

$0 \leq r' \leq r'_{max} = \theta_l$

$0 \leq i' \leq 90°$

Conditions d'émergence :

* $A \leq 2\theta_l$

* $\sin i_0 = \frac{n_p}{n_{ext}} \cdot \sin(A - \theta_l)$

$i \geq i_0$

$i_0 \leq i \leq 90°$

i_0 : la valeur minimale de l'angle d'incidence pour que le rayon lumineux emergent soit ...

Étude de la variation de la déviation :

Quand i varie, D décroît, passe par un minimum et croît ensuite

la déviation est min si :

→ $r_{min} = r'_{min} = \frac{A}{2}$

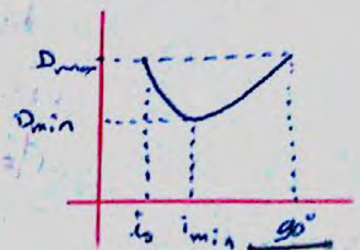
⇒ $D_{min} = 2i_{min} - A$

→ $i = i' = i_{min} = \frac{A + D_{min}}{2}$

$n_p = \frac{n_{ext} \cdot \sin\left(\frac{A + D_{min}}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$

la déviation dépend de l'angle d'incidence i, de l'angle d'émergence i', et de l'angle A.

$n_0 \sin(i_{min}) = n \sin(r_{min})$



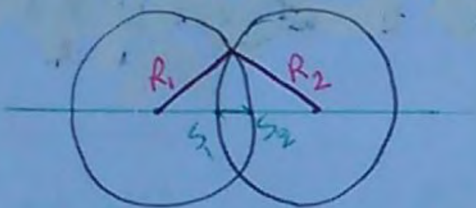
Lentilles

Def :

Milieu transparent limité par 2 surfaces dont au moins une n'est pas plane (dioptres sphériques)

lentilles minces :

$$|R_1 - R_2| >>> |S_1 S_2|$$



Lentilles :

Convergente :
- → biconvexe
- → plan-convexe
- → Ménisque convergent

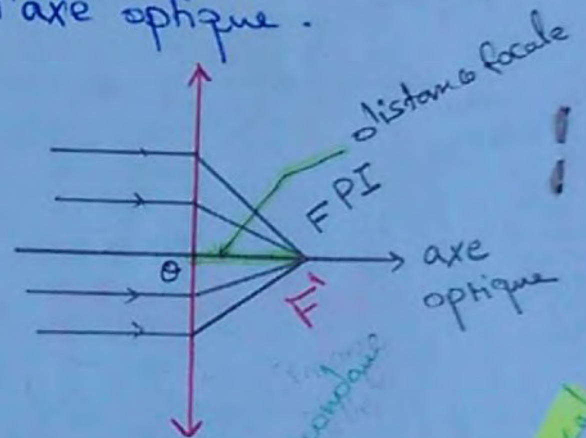
Divergente :
- → biconcave
- → plan-convexe
- → Ménisque divergent

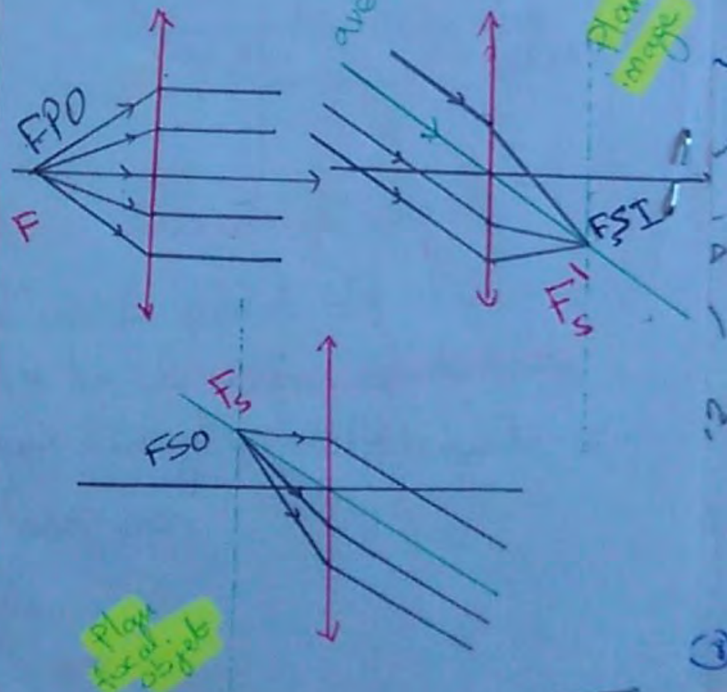
* Lentilles Convergentes

Axe optique : sens de propagation de la lumière

Axe secondaire : tout axe passant par le centre optique / y a une infinité.

objet/image rejeté(e) à l'infini : c'est quand les rayons lumineux incidents/émergents sont // à l'axe optique.

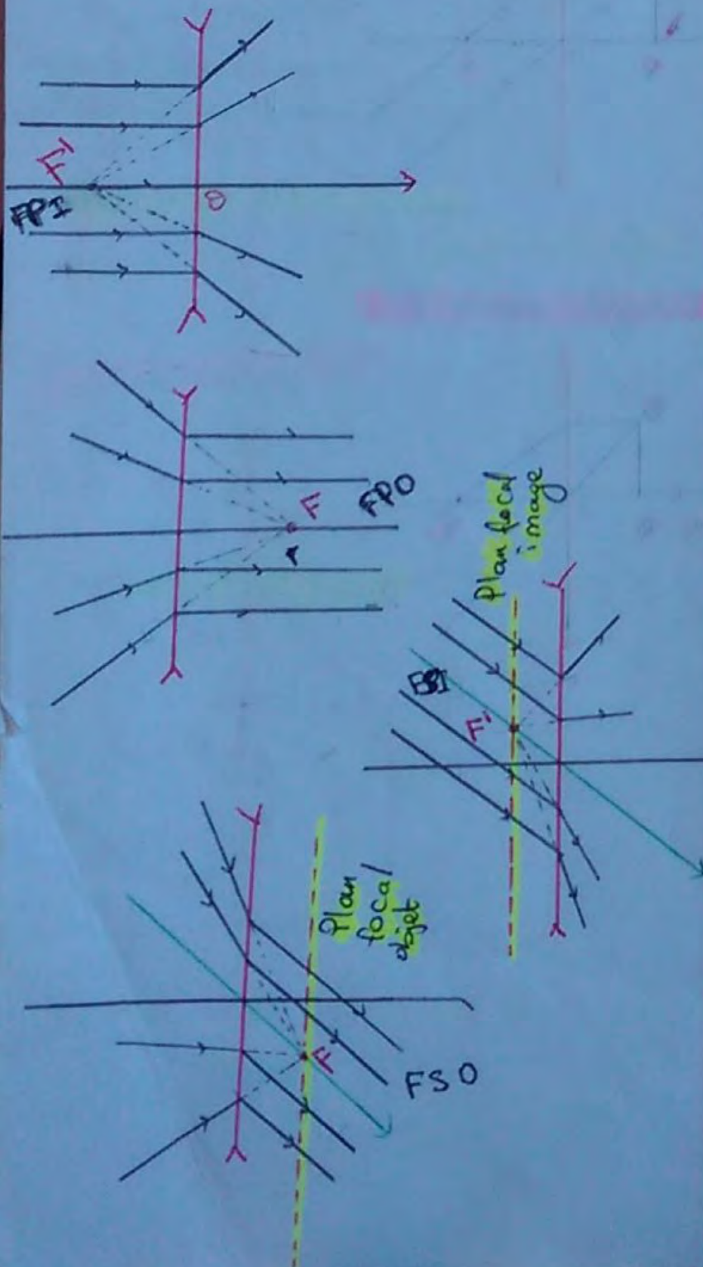




Foyers : - Principal image
- Secondaire image
- Principal objet
- secondaire objet

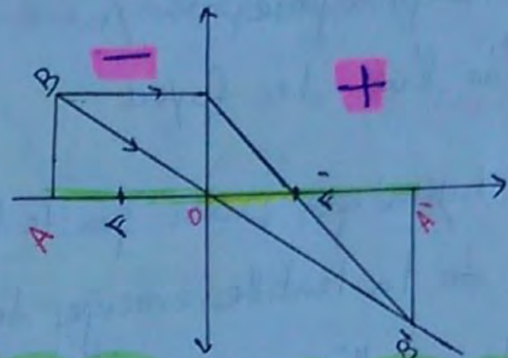
Plan focal : - image
Σ des FSO/FSI - objet

* Lentilles divergentes :



Relation de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$$ Position de l'image



! Tout rayon passant par le centre optique ne subit aucune déviation.

$\overline{OF'} < 0$ (−) Lentille divergente
$\overline{OF'} > 0$ (+) Lentille convergente
et l'inverse pour OF — nature de l'image

$\overline{OA'} > 0$ → image réelle
$\overline{OA'} < 0$ → image virtuelle — sens de l'image

$$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$ γ : grandissement

$\gamma > 0$ Image droite
$\gamma < 0$ Image renversée — taille de l'image

$$|\gamma| = \frac{|A'B'|}{|AB|} = \frac{|OA'|}{|OA|}$$

Remarque :

- Un rayon lumineux parallèle à l'axe principal passe/vient par/de l'un des foyers.

- Un rayon qui passe par le foyer objet de la lentille, émerge de la lentille parallèlement à l'axe principal

Vergence d'une lentille :

$$C = \frac{1}{OF'}$$

$[C] = m^{-1}$ ou δ (dioptrie)

$$C = \left(\frac{n}{n_0} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

n = Indice de la lentille

n_0 = Indice du milieu où se trouve la lentille.

R_1 : rayon de la 1ère face

R_2 : rayon de la 2ème face.

! L'attribution des valeurs de R n'a pas d'importance sauf pour le ménisque.

Nature de l'image :

Lentille convergente :

l'objet avant F foyer principal objet

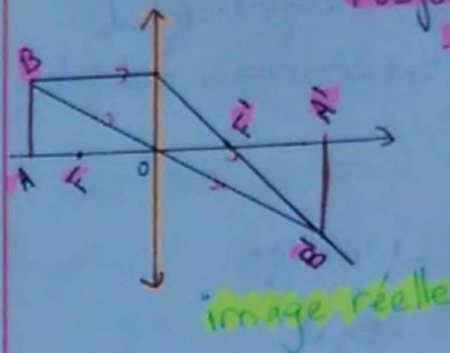


image réelle

l'objet sur le F :

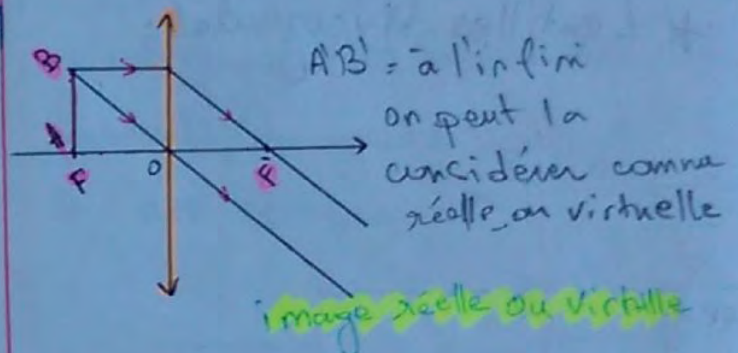


image réelle ou virtuelle

l'objet après F :

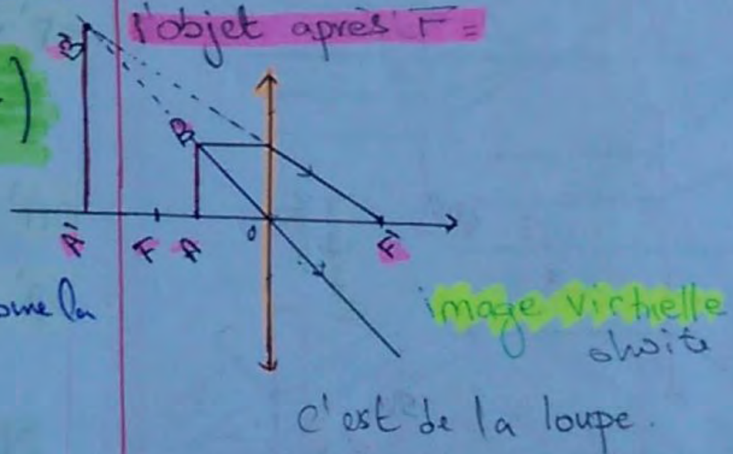
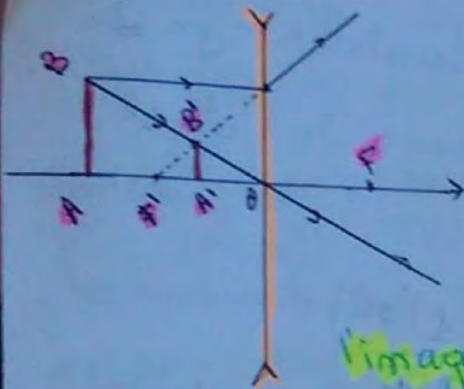


image virtuelle droite

C'est de la loupe.

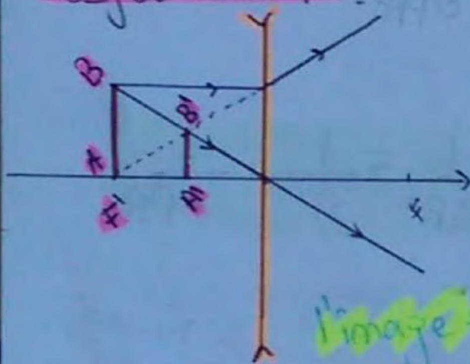
Lentille divergente :

l'objet avant F' :



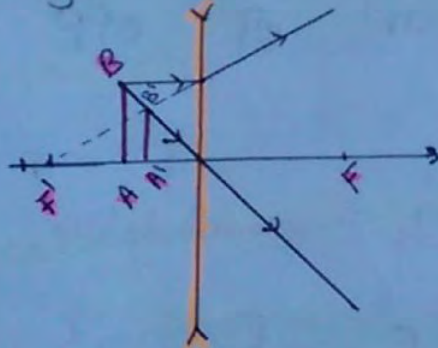
l'image est virtuelle

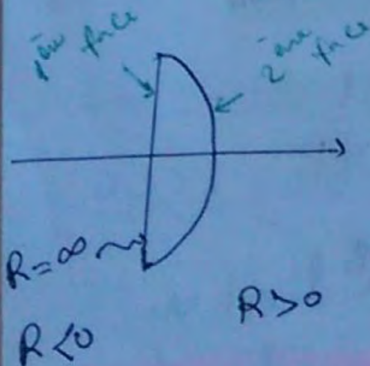
l'objet sur F' :



l'image est virtuelle

l'objet après F' :





Association de lentilles minces :

l'image produite par la 1ère lentille sert d'objet pour la 2ème

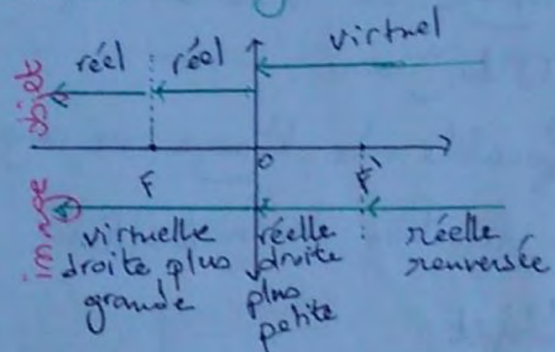
$$\gamma_{total} = \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \ldots$$

le produit

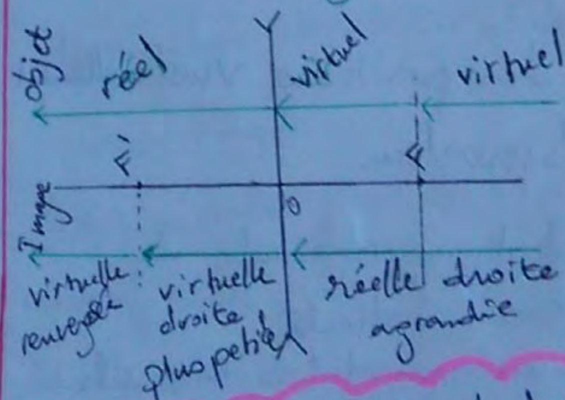
$$C_{eq} = \Sigma C_i$$

Formules de conjugaison :

Lentille convergente :



Lentille divergente :



- L'image d'un objet virtuel donnée par une lentille convergente est toujours réelle (et plus petite).
- L'image d'un objet réel donnée par une lentille divergente est toujours virtuelle.

L'oeil

Ensemble de dioptres sphériques composé de :
cornée, humeur aqueuse, cristallin, humeur vitrée pour atteindre la rétine

- Cristallin : assimilé à une lentille convergente (biconvexe)
- Rétine : écran pour la réception de l'image au niveau de la fovéa ou Tâche Jaune.
- La focale de l'image ne change pas en fonction de la position de l'objet.

Champ de vision

Limite des positions vues nettement par l'observateur

PR : distance maximale de vision distincte
→ accommodation minimale
l'oeil est au repos. PR = −∞ oeil normal

PP : distance maximale de vision distincte.
→ accommodation maximale
PP = −25 cm oeil normal

Accommodation

Changement de courbure des 2 faces du cristallin afin de ramener l'image de l'objet sur la TJ (variation de la distance focale)

Puissance de l'oeil :

$$P = \frac{1}{OPR}$$

caractérise l'amétropie de l'oeil.

$$C_{min} = \frac{1}{OF'} = \frac{1}{OT} - \frac{1}{OPR}$$

(OF' : distance focale ; C_{min} : vergence minimale ; OT : position de l'image ; OPR : position de l'objet)

$$C_{max} = \frac{1}{OF'} = \frac{1}{OT} - \frac{1}{OPP}$$

(C_{max} : vergence maximale)

Amplitude d'accommodation :

$$A = C_{min} - C_{max}$$

$$A = \frac{1}{OPR} - \frac{1}{OPP}$$

$$A = \frac{1}{OPR_c} - \frac{1}{OPP_c}$$

Pour accommoder l'oeil va utiliser les muscles ciliaires

Amétropies de l'oeil :

Oeil emmétrope : oeil normal qui possède aucun défaut visuel, Sa forme est sphérique.

- les rayons lumieux issus d'un objet rejeté à l'infini, convergent vers la tâche jaune, l'image est ponctuelle.

$PR = -\infty$ $PP = -25$ cm

Oeil ammétrope :

1- Oeil myope :

- l'oeil est trop long dans le sens antéro-postérieur.
- Au repos, les rayons lumieux issus d'un objet rejeté à l'infini, convergent avant la tâche jaune

→ l'oeil myope est plus convergent.

- PR situé à distance finie.
- $PP < -25$ cm.

2- Oeil hypérope :

- Anomalie de réfraction.
- l'oeil n'est pas assez convergent.
- l'image d'un objet situé à l'infini se forme en arrière du plan rétinien et est donc vue floue.
- il doit accommoder pour voir.
- mise en jeu permanente de l'accommodation en vision de loin et de près.
- PR virtuel situé à une distance finie.
- $PP > -25$ cm.

3- Oeil presbyte :

- trouble de vision de près
- diminution du pouvoir d'accommodation avec l'âge.
- le cristallin dont le noyau se modifie et dont la capsule perd son élasticité.
- le muscle ciliaire qui n'est plus capable d'assurer le relâchement de la zonule.
- PP plus éloigné
- PR ne varie pas

3- Oeil Astigmate :

- Anomalie de réfraction oculaire
- la cornée n'a plus la forme d'une calotte de sphère de courbure régulière.
- Son rayon de courbure varie de façon progressive entre 2 valeurs qui correspondent à 2 plans d'incidence, les plans principaux, ils sont perpendiculaire
- elle donnera d'un point 2 image.

type d'astigmatie :

- myopique simple/composé
- hypéropique simple/composé
- mixte (composé myopique hypéropique)

Loupe et Microscope.

* La loupe :

- On utilise une lentille convergente de focalité très faible, de l'ordre de 1/4 cm.
- l'objet est placé entre le foyer objet de la lentille et son centre optique.
- l'image est droite plus grande et virtuelle.

la latitude de mise au point :

$$|L| = \overline{O_1A}_{PR} - \overline{O_1A}_{PP}$$

$$C = \frac{1}{\overline{OF}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$$

Puissance

$$P = \frac{\alpha'}{\overline{AB}}$$

α' : diamètre apparent de A'B'

$\overline{AB}$: supposé au PP.

$$P = \frac{1}{\overline{OF}}\left(1 - \frac{a}{\delta}\right)$$

(tenant compte de l'orientation)

$\delta \to \infty$ $a = 0 \Rightarrow P_i$ (Puissance intrinsèque)

Grossissement

Caractérise la loupe de manière extrinsèque.

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} \qquad G = P \cdot d_0$$

* Puissance intrinsèque ou nominale P_i :
- l'image A'B' est située à l'infini (AB sur le foyer objet F)
- Oeil de l'obs sur le foyer image F'

* Grossissement intrinsèque G_i :

$$G_i = \frac{d_0}{\overline{OF'}}$$

* Grossissement commercial G_c :

PP = −25 cm.

$$G_c = \frac{C}{4} = 0{,}25 \cdot \frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{\overline{OF'}}$$

+ Microscope :

Deux lentilles convergentes :
Objectif + Oculaire.

↓ Image renversée plus grande

↓ Image toujours renversée encore plus grande.

Grossissement :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

Puissance :

$$P = \frac{\alpha'}{\overline{AB}}$$

P = Produit de :

$$\gamma_{ob} = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} \qquad P_{oc} = \frac{\alpha'}{\overline{A_1B_1}}$$

$$P = \gamma_{ob} \cdot P_{oc}$$

- Puissance intrinsèque nominale

$$P_i = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

$$P_i = \frac{\Delta}{f_1 \cdot f_2}$$

← Distance entre les 2 focales.

- Grossissement intrinsèque ou nominal G_i

$$G_i = \frac{d_0}{\overline{OF'}}$$

- Grossissement commercial G_c

$$G_c = \frac{C}{4}.$$

Pouvoir séparateur :

$$\varepsilon = \frac{1{,}22\,\lambda}{2\,n.\sin\theta}$$

λ ← longueur d'onde

n ← indice de réfraction

θ ← angle d'ouverture